

Requested Patent: JP2000049863A

Title:

NETWORK MODEL PREPARATION METHOD AND DEVICE AND RECORDING
MEDIUM ;

Abstracted Patent: JP2000049863 ;

Publication Date: 2000-02-18 ;

Inventor(s): JIBIKI MASAHIRO ;

Applicant(s): NEC CORP ;

Application Number: JP19980217077 19980731 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: H04L12/56 ; G06F15/18 ; G06F17/50 ; H04L12/28 ;

Equivalents:

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the preparation method of a network model as the simulation of the traffic of a packet switching network. SOLUTION: Going and returning routes between a fixed observation point and plural hosts are detected in a going and returning route detection part 111, the required time of the going and returning routes is detected in a going and returning time measurement part 112 and the correlation of the traffic of respective links and the traffic of the entire network is learned by using a neural network 116 based on the data set of the going and returning routes and the going and returning time. By inputting a test vector for specifying an optional route to the learning completed neural network, the expected passing time of the optional route is estimated.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-49863

(P2000-49863A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(51) IntCl ⁷	識別記号	F I	テコード (参考)
H 0 4 L 12/56		H 0 4 L 11/20	1 0 2 Z 5 B 0 4 6
G 0 6 F 15/18	5 6 0	G 0 6 F 15/18	5 6 0 Z 5 K 0 3 0
		15/60	6 1 2 A 5 K 0 3 3
H 0 4 L 12/28			6 5 0 A
		H 0 4 L 11/00	3 1 0 Z

審査請求 有 請求項の数7 OL (全9頁)

(21) 出願番号 特願平10-217077

(22) 出願日 平成10年7月31日 (1998.7.31)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 地引 昌弘

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100086759

弁理士 渡辺 喜平

Fターム (参考) 5B046 AA01 JA04

5K030 HA08 HD03 LB05 MB09

5K033 BA04 DA05 DB12 DB16 DB18

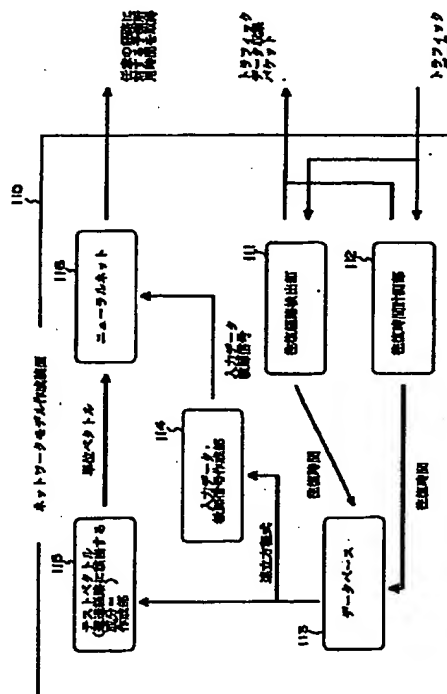
EC04

(54) 【発明の名称】 ネットワークモデル作成方法、装置および記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 パケット交換ネットワーク網のトラフィックのシミュレーションとしてのネットワークモデルの作成。

【解決手段】 往復経路検出部111で固定観測点と複数のホストとの間の往復経路を検出し、往復時間計測部112で往復経路の所用時間を検出し、往復経路と往復時間とのデータセットに基づいて、各リンクのトラフィックとネットワーク全体のトラフィックとの相関関係を、ニューラルネットワーク116を用いて学習し、学習済みのニューラルネットワークに任意の経路を指定するテストベクトルを入力することにより、任意の経路の予想通過時間を推定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のリンクの接続により構成されたパケット交換ネットワーク網において、固定観測点と複数の地点との間でのパケット信号の往復経路と往復時間とのデータセットを求め、

前記データセットに基づいて、前記リンクのトラフィックと当該パケット交換ネットワーク網全体のトラフィックとのトラフィック相関関係を知識処理により学習し、前記学習の結果を用いて、パケット交換ネットワーク網の任意の経路のトラフィックを推定することにより、ネットワークモデルを作成することを特徴とするネットワークモデル作成方法。

【請求項2】 請求項1に記載のネットワークモデル作成方法において、

前記トラフィック相関関係を、前記リンクを前記パケット信号が通過するのに要する所用時間と、前記往復時間との相関関係としたことを特徴とするネットワークモデル作成方法。

【請求項3】 請求項3に記載のネットワークモデル作成方法において、

前記往復経路上の前記リンクの所要時間に対応する変数を設け、前記リンクの通過回数を係数とし、当該係数を掛けた前記変数の和を前記往復時間とした連立方程式を、前記データセットに基づいて立て、前記学習によって、前記連立方程式の解の集合を求めることを特徴とするネットワークモデル作成方法。

【請求項4】 請求項3に記載のネットワークモデル作成方法において、

前記知識処理による学習にあたり、全ての前記リンク数に等しいノードを有する入力層と一つの出力層とを備えたニューラルネットワークを利用し、

全ての前記リンクの数に等しい次元のベクトルであって、前記往復経路上の各リンクに対応する成分の値を各前記係数を最大係数値で割った値としたベクトルを入力データとし、教師信号を前記往復時間に対応させて、前記ニューラルネットワークに入力することを特徴とするネットワークモデル作成方法。

【請求項5】 請求項4に記載のネットワークモデル作成方法において、

前記任意の経路のトラフィックを推定するにあたり、前記ニューラルネットワークに、全ての前記リンクの数に等しい次元のベクトルであって、前記任意の経路上のリンクに対応する成分の値を当該リンクの通過回数を最大通過回数で割った値としたテストデータを入力し、前記ニューラルネットワークの出力として、前記任意の経路の推定所用時間に相当する予想通信時間を求めることを特徴とするネットワークモデル作成方法。

【請求項6】 複数のリンクの接続により構成されたパ

ケット交換ネットワーク網に接続された固定観測点に設けられ、

前記固定観測点と複数の地点との間でのパケット信号の往復経路を検出する往復経路検出部と、

前記往復経路を前記パケット信号が転送されるのに要する往復時間を検出する往復時間検出部と、

前記往復経路と前記往復時間とのデータセットを格納する記憶部と、

前記データセットに基づいて、

全ての前記リンクの数に等しい次元のベクトルであって、前記往復経路上の各リンクに対応する成分の値を当該リンクの通過回数を最大通過回数で割った値とし、他のリンクに対応する成分の値をゼロとしたベクトルを入力データとして作成するとともに、前記往復時間に対応する教師信号を作成する入力データ・教師信号作成部と、

前記入力データと等しい次元のベクトルであって、任意の経路上の各リンクに対応する成分の値を当該リンクの通過回数を最大通過回数で割った値としたベクトルをテストデータとして作成するテストデータ作成部と、

前記入力データおよび教師信号に基づいて各前記リンクの所用時間と前記往復時間との相関関係を学習するとともに、前記学習結果に基づいて、前記テストデータで指定された前記任意の経路の予想通過時間を出力するニューラルネットワークとを備えてなることを特徴とするネットワークモデル作成装置。

【請求項7】 複数のリンクの接続により構成されたパケット交換ネットワーク網において、固定観測点と複数の地点との間でのパケット信号の往復経路と往復時間とのデータセットを求める処理と、

前記データセットに基づいて、前記リンクのトラフィックと当該パケット交換ネットワーク網全体のトラフィックとのトラフィック相関関係を知識処理により学習する処理と、

前記学習の結果を用いて、パケット交換ネットワーク網の任意の経路のトラフィックを推定することにより、ネットワークモデルを作成する処理とをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したことを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、複数の経路制御装置により構成されたパケット交換ネットワーク網におけるトラフィックのシミュレーションとしてのネットワークモデル作成方法、装置およびそのプログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】イントラネットのような小規模なパケット交換ネットワーク網（以下、単に「ネットワーク」とも表記する。）では、ネットワークを構成する要素（例

えば、ホストコンピュータ、ルータおよび回線)の数が少ない。このため、このような小規模ネットワークでは、これらの構成要素を予め定義しておくことができる。さらに、このような小規模ネットワークでは、使用量の変化もある程度見積もることができる。

【0003】そして、従来、このような小規模なネットワークのトラフィックのシミュレーションを行う方法が多く提案されている。シミュレーションにあたっては、通常、待ち行列と確率とを応用したソフトウェアを用いて、ネットワークモデルを作成する。具体的には、例えば各ホスト上で特定の確率分布にしたがってパケット信号を発信し、各ルータ上の通信用バッファを待ち行列と考える。そして、回線の帯域やルータの仕様から導き出された処理能力に基づいて、各パケット信号に対する平均処理時間を、待ち行列理論を用いて各ホップごとに多段的に求める。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、インターネットのような大規模開放型のパケット交換ネットワーク網においては、ルータや回線といったネットワークの構成要素の所属が多く組織に別れている。このため、大規模ネットワークにおいては、各ルータや回線の帯域や、リンク状態を一箇所で把握することが困難である。

【0005】特に、互いに独立した組織間(例えば、商業プロバイダどうしの間)では、各組織の管理するネットワークが公開されていない。このため、ネットワーク中のどこで、どのようなサービスを用いて、どれだけのトラフィックが発生したかといった、ネットワーク全体の使用状況に関する情報を把握することは困難である。

【0006】さらに、大規模ネットワークにおいては、使用状況に関する情報の把握がこんな上に、使用状況が激しく変化する。したがって、従来の待ち行列などを利用した確率モデルを用いて、大規模ネットワークのモデルを作成して、トラフィックに関するシミュレーションを行うことは事実上不可能である。

【0007】このため、従来は、大規模ネットワークについては、ネットワークモデルを利用してトラフィックを予想して経路制御に役立てることはなかった。そして、大規模ネットワークについては、一般に、経験に基づく勘に頼った設計および制御が行われていた。

【0008】本発明は、上記の問題を解決すべくなされたものであり、パケット交換ネットワーク網のトラフィックのシミュレーションとしてのネットワークモデル作成技術の提供を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】(ネットワークモデル作成方法)この目的の達成を図るため、この発明のネットワークモデル作成方法によれば、複数のリンクの接続により構成されたパケット交換ネットワーク網において、固定観測点と複数の地点との間でのパケット信号の往復

経路と往復時間とのデータセットを求め、データセットに基づいて、リンクのトラフィックと当該パケット交換ネットワーク網全体のトラフィックとのトラフィック相関関係を知識処理により学習し、学習の結果を用いて、パケット交換ネットワーク網の任意の経路のトラフィックを推定することにより、ネットワークモデルを作成する方法としてある。

【0010】このように、この発明のネットワークモデル作成方法によれば、固定観測点において、往復経路および往復時間のデータセットを収集する。そして、このデータセットに基づいて、知識処理による学習を行う。そして、この知識処理による学習の結果、個々のリンクのトラフィックと、ネットワーク全体のトラフィックとの相関関係についての情報を得ることができる。

【0011】ネットワーク上のリンクを通過するパケット信号は、通常、そのリンクに隣接したほかのリンクから転送されてきたものである。その隣接したリンクは、さらに他のリンクに隣接している。したがって、ネットワークを構成する個々のリンクのトラフィックは、互いに何らかの相関関係を有している。すなわち、あるリンクのトラフィックは、他のリンクのトラフィックに影響を及ぼす。そして、この相関関係は、知識処理による学習の結果として獲得される。そして、学習の結果、例えば、あるリンクのトラフィックが上昇した場合に、他のリンクのトラフィックに生じる影響を推定することができる。

【0012】なお、知識処理の対象となるデータセットは、ネットワークの使用状況を表す情報のうちの一部に過ぎない。すなわち、この発明では、ネットワークの全ての構成要素および全使用状況を把握しなくとも、知識処理の結果を用いて任意の経路のトラフィックを推定することができる。その結果、トラフィックのシミュレーションとしてのネットワークモデルを作成することができる。

【0013】また、この発明のネットワークモデル作成方法において、好ましくは、トラフィック相関関係を、リンクをパケット信号が通過するのに要する所用時間と、往復時間との相関関係とすることが望ましい。

【0014】リンクの所用時間は、ネットワーク内のトラフィック量(通信量)の影響を受ける。したがって、あるリンクの所用時間と往復時間との相関関係は、そのリンクのトラフィック量と往復経路のトラフィック量との相関関係を反映したものとなる。

【0015】また、この発明の実施にあたり、好ましくは、往復経路上の前記リンクの所要時間に対応する変数を設け、リンクの通過回数を係数とし、当該係数を掛けた変数の和を往復時間とした連立方程式を、前記データセットに基づいて立て、学習によって、連立方程式の解の集合を求めると良い。

【0016】ところで、データセットの数は、ネットワ

ーク中のリンクの数よりも通常少ない。このため、各データセットに対応する連立方程式の数は、各リンクの所要時間に対応する変数の数よりも少ない。したがって、通常、連立方程式の解を一意に求めることはできない。

【0017】なお、全ての解（各リンクの所用時間）は、0以上の値をとるという制約が存在する。したがって、この制約を利用して、この連立方程式を線形計画問題として解くことは可能である。しかし、線形計画問題として、例えば、シンプレックス法により解を求めた場合には、全ての解集合のうちで、最大値となり得る解（所用時間が最大となり得るリンク）の値しか求めることができない。

【0018】一方、連立方程式の基礎となったデータセットは、ネットワークのある時点での状態を測定したものに過ぎない。これに対して、ネットワークの使用状況は、激しく変化する。その上、データセットの測定値には、通常、誤差が含まれる。したがって、線形計画問題として最大値となり得る解だけを算出しても、実用的ではない。

【0019】すなわち、解を一つだけ算出した場合には、算出された解以外に存在する可能性の高い、所用時間の大きな他の解を求めることができない。その上、算出された解自身が誤差により間違っている場合がある。したがって、一つの解を算出するよりは、ある程度の確率をもって、大きな値を取れる解（所要時間が大きい可能性のあるリンク）の候補群を知識処理により推定することが、実用上望ましい。したがって、この発明では、線形計画問題として解き得る問題に対しても、あえて、知識処理を適用する。

【0020】また、この発明の実施にあたり、好ましくは、知識処理による学習にあたり、全てのリンク数に等しいノードを有する入力層と一つの出力層とを備えたニューラルネットワークを利用し、全てのリンクの数に等しい次元のベクトルであって、往復経路上の各リンクに対応する成分の値を各係数値を最大係数値（係数値のうちの最大値）で割った値としたベクトルを入力データとし、教師時間を往復時間に対応させて、ニューラルネットワークに入力すると良い。

【0021】ニューラルネットワークは、実測値であるデータセットに基づいた入力データが入力されると、その出力を、実測値である見本値としての教師信号の値と比較し、ニューラルネットを補正することで学習を行う。

【0022】また、この発明のネットワークモデル作成方法において、好ましくは、任意の経路のトラフィックを推定するにあたり、ニューラルネットワークに、全てのリンクの数に等しい次元のベクトルであって、任意の経路上のリンクに対応する成分の値を当該リンクの通過回数を最大通過回数値（通過回数のうちの最大の回数の値）で割った値としたテストデータを入力し、ニューラ

ルネットワークの出力として、任意の経路の推定所用時間に相当する予想通信時間を求めることが望ましい。

【0023】（ネットワークモデル作成装置）また、この発明のネットワークモデル作成装置によれば、複数のリンクの接続により構成されたバケット交換ネットワーク網に接続された固定観測点に設けられ、固定観測点と複数の地点との間でのバケット信号の往復経路を検出する往復経路検出部と、往復経路を前記バケット信号が転送されるのに要する往復時間を検出する往復時間検出部と、往復経路と前記往復時間とのデータセットを格納する記憶部と、データセットに基づいて、全てのリンクの数に等しい次元のベクトルであって、往復経路上の各リンクに対応する成分の値を当該リンクの通過回数を最大通過回数で割った値とし、他のリンクに対応する成分の値をゼロとしたベクトルを入力データとして作成するとともに、往復時間に対応する教師信号を作成する入力データ・教師信号作成部と、入力データと等しい次元のベクトルであって、任意の経路上の各リンクに対応する成分の値を当該リンクの通過回数を最大通過回数で割った値とし、他のリンクに対応する成分の値をゼロとしたベクトルをテストデータとして作成するテストデータ作成部と、入力データおよび教師信号に基づいて各リンクの所用時間と往復時間との相関関係を学習するとともに、学習結果に基づいて、テストデータで指定された任意の経路の予想通過時間を出力するニューラルネットワークとを備えた構成としてある。

【0024】このように、この発明のネットワークモデル作成装置によれば、固定観測点において、往復経路検出部が往復経路を検出するとともに、往復時間検出部が往復時間を検出する。そして、検出された往復経路および往復時間のデータセットを記憶部に格納する。

【0025】そして、入力データ・教師信号作成部は、データセットに基づいて、入力データおよび教師信号を作成して、ニューラルネットワークに入力する。そして、ニューラルネットワークのは、学習の結果、個々のリンクのトラフィックと、ネットワーク全体のトラフィックとの相関関係についての情報を得る。

【0026】さらに、テストデータ作成部は、任意の経路を指定するテストデータを作成して、ニューラルネットワークに入力する。その結果、ニューラルネットワークは、テストデータの指定した経路の予想通過時間を出力する。したがって、任意の経路の予想通過時間を求めることができるので、トラフィックのシミュレーションとしてのネットワークモデルを作成することができる。

【0027】（記録媒体）また、この発明の記録媒体によれば、複数のリンクの接続により構成されたバケット交換ネットワーク網において、固定観測点と複数の地点との間でのバケット信号の往復経路と往復時間とのデータセットを求める処理と、データセットに基づいて、リンクのトラフィックと当該バケット交換ネットワーク網

全体のトラフィックとのトラフィック相関関係を知識処理により学習する処理と、学習の結果を用いて、パケット交換ネットワーク網の任意の経路のトラフィックを推定することにより、ネットワークモデルを作成する処理とをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録している。

【0028】この発明の記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータに読み込ませて実行させることにより、固定観測点において、往復経路および往復時間のデータセットを収集する。そして、このデータセットに基づいて、知識処理による学習を行う。そして、この知識処理による学習の結果、個々のリンクのトラフィックと、ネットワーク全体のトラフィックとの相関関係についての情報を得る。さらに、知識処理の結果を用いて任意の経路のトラフィックを推定する。その結果、トラフィックのシミュレーションとしてのネットワークモデルを作成することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施の形態について説明する。なお、この発明は図示例にのみ限定されるものではない。この実施の形態では、図1に示す、ネットワーク100における第1ホストコンピュータ（第1ホスト）10を固定観測点としてネットワークモデルを作成する例について説明する。

【0030】なお、この実施の形態におけるネットワークモデル作成方法の処理は、第1ホスト10コンピュータにおいてプログラムによる制御下で実行される。このプログラムは、例えば、記録媒体により提供される。記録媒体としては、例えば、磁気ディスク、半導体メモリ、その他の任意の、コンピュータで読み取り可能なものを使用することができる。

【0031】ネットワーク100は、第1ルータ20、第2ルータ22、第3ルータ24および第4ルータ26により構成されている。そして、第1ルータ20には、第1ホストコンピュータ（第1ホスト）10が接続されている。また、第2ルータ22には、第2ホストコンピュータ（第2ホスト）12が接続されている。また、第3ルータ24には、第3ホストコンピュータ（第3ホスト）14が接続されている。また、第4ルータ26には、第4ホストコンピュータ（第4ホスト）16が接続されている。

【0032】また、第1ルータ20と第2ルータ22とは、リンクAにより接続されている。また、第2ルータ22と第3ルータ24とは、リンクBにより接続されている。また、第3ルータ24と第4ルータ26とは、リンクCにより接続されている。また、第4ルータ26と第1ルータ20とは、リンクDにより接続されている。また、第4ルータ26と第2ルータ22とは、リンクEにより接続されている。

【0033】そして、第1ホスト10には、固定観測点

としてのネットワークモデル作成装置が設けられている。ここで、図2に、ネットワークモデル作成装置110のブロック図を示す。図2に示すように、このネットワークモデル作成装置110は、往復経路検出部111と、往復時間検出部としての往復時間計測部112と、記憶部としてのデータベース113と、入力データ・教師信号作成部114と、テストデータ作成部としてのテストベクトル作成部115と、ニューラルネットワーク（ニューラルネット）116とにより構成されている。

【0034】そして、この往復経路検出部111は、固定観測点と複数の地点、例えば、第1ホスト10と第2～第4の各ホスト12、14および16との間での各パケット信号の往復経路をそれぞれ検出する。

【0035】ここで、第1ホスト10と第3ホスト14との間の往復経路の検出例について説明する。この実施例では、まず、複数の探索用パケット信号（トラフィックデータ収集パケット）を作成する。探索用パケット信号は、発信者としての第1ホスト10を宛先として設定するとともに、第3ホスト14を経由点として設定する。

【0036】次に、複数の探索用パケット信号を、当該探索用パケット信号の生存時間を順次増加させて設定して、第1ホスト10から順次発信する。そして、探索用パケット信号の生存時間が切れたときに途中のルータや第3ホスト14が発信するエラーパケット信号を受信する。そして、ルータや第3ホスト14をエラーパケット信号が発信された順番に通過する経路を、往復経路として検出する。また、他の往復経路についても同様にして検出される。

【0037】また、ネットワークモデル作成装置110の往復時間計測部112は、往復経路をパケット信号が転送されるのに要する往復時間を検出する。

【0038】また、データベース113は、トラフィックデータである検出された往復経路と往復時間とのデータセットを格納する。

【0039】また、入力データ・教師信号作成部114は、データセットに基づいて、入力データと教師信号とを作成する。この入力データは、全てのリンクの数に等しい次元のベクトルであって、往復経路上の各リンクに対応する成分の値を当該リンクの通過回数を最大通過回数で割った値としたベクトルである。したがって、往復経路以外のリンクに対応する成分の値はゼロとなる。また、教師信号は、入力データに対応する往復経路の往復時間に対応する値とする。

【0040】また、テストベクトル作成部115は、テストデータとしてのテストベクトルを作成する。このテストベクトルは、入力データと等しい次元のベクトルであって、任意の経路上の各リンクに対応する成分の値を当該リンクの通過回数を最大通過回数で割った値とし、他のリンクに対応する成分の値をゼロとしたベクトルで

ある。すなわち、テストデータによって、ネットワークの任意の経路を指定することができる。なお、テストベクトル作成部115へは、データベース113から、各リンクとベクトルの各成分との対応関係を表す情報が転送される。

【0041】また、ニューラルネットワーク116は、入力データおよび教師信号に基づいて各リンクの所用時間と往復時間との相関関係を学習する。そして、このニューラルネットワーク116は、学習結果に基づいて、テストデータで指定された任意の経路の予想通過時間を出力する。

【0042】次に、図3を参照して、この発明のネットワークモデル作成方法の具体例、すなわち、ネットワークモデル作成装置の動作について説明する。図3は、ネットワーク作成方法を説明するためのフローチャートである。

【0043】ネットワークモデルの作成にあたり、まず、固定観測点と複数の地点との間でのパケット信号の往復経路を検出する(図3のS1)。ここでは、先ず、第1ホスト10と第2ホスト12の間の第1往復経路を検出する。第1往復経路は、第1ホスト10を出発して、第1ルータ20、第2ルータ22、第2ホスト12、第2ルータ22および第4ルータ26を順次に通過して、第1ホスト10に再び戻ってくる経路であったとする。この第1往復経路は、リンクで表すと、「リンクA→リンクB→リンクD」となる。

【0044】次に、第1往復経路をパケット信号が転送されるのに要する所用時間を第1往復時間として求める(図3のS2)。ここでは、第1往復時間が「10秒」であったとする。

【0045】次に、往復経路と往復時間とのデータセットが必要だけ得られたか否かを判断する(図3のS3)。判断の基準量は、予め定めておくことができる。この実施の形態では、第1ホスト10と、他の各ホストとの間の往復経路および往復時間のデータセットが得られたことをもって、必要だけ得られたものと判断する。

【0046】そして、第1ホスト10と第3ホスト14との間の第2往復経路を、「リンクD→リンクE→リンクB→リンクC→リンクE→リンクA」と検出する。また、第2往復経路の所要時間である第2往復時間を「50秒」と検出する。

【0047】また、第1ホスト10と第4ホスト16との間の第3往復経路を、「リンクD→リンクC→リンクB→リンクA」と検出する。また、第3往復経路の所用時間である第3往復時間を「40秒」と検出する。このようにして検出された往復経路と往復時間とのデータセットは、データベース113に格納される。

【0048】次に、往復経路上のリンクの所要時間に対応する変数を設ける。すなわち、リンクAの所用時間と

して変数aを与える。同様に、リンクBには変数b、リンクCには変数c、リンクDには変数d、リンクEには変数eをそれぞれ与える。

【0049】そして、往復経路上の各リンクの所用時間にそのリンクの通過回数を掛けたものの和は、往復時間と等しいので、下記の式(1)～式(3)に示す連立方程式が成り立つ。

【0050】すなわち、第1往復経路については、 $a + d + e = 10 \dots (1)$

が成り立つ。また、第2往復経路については、 $a + b + c + d + 2e = 50 \dots (2)$

が成り立つ。ただし、変数eの係数「2」は、リンクEを通過する回数を表す。すなわち、第2往復経路においては、リンクEを2回通過する。また、第3往復経路については、 $a + b + c + d = 40 \dots (3)$

が成り立つ。

【0051】上記の(1)～(3)式からなる連立方程式の解の集合は、各リンクをパケット信号が通過するのに要する所用時間と、往復時間との相関関係を保持したものとなる。この相関関係は、言い換えれば、リンクのトラフィックと当該パケット交換ネットワーク網全体のトラフィックとのトラフィック相関関係である。そして、この相関関係は、知識処理の学習結果として獲得される。

【0052】そこで、この連立方程式をニューラルネットワークにより学習させるために、入力データを作成して、教師信号とともに、ニューラルネットワークに入力する(図3のS4)。入力データとは、全てのリンクの数に等しい次元のベクトルであって、往復経路上の各リンクに対応する成分の値を、各係数を最大係数値で割った値(最大係数値で正規化した値)としたベクトルである。ここでは、変数a～eをそれぞれベクトルの第1～第5成分に対応させる。そして、往復時間を、教師信号とする。なお、教師信号も、最大係数値で割って正規化する。具体的には、第1往復経路については、
入力データ：(1, 0, 0, 1, 1)

教師信号：10

を入力する。

【0053】また、第2往復経路については、各係数値および教師信号を最大係数(最大通過回数)2で割った値として、

入力データ：(0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 1)

教師信号：25 (=50/2)

を入力する。

【0054】また、第3往復経路については、

入力データ：(1, 1, 1, 1, 0)

教師信号：40

を入力する。

【0055】また、ここでは、ニューラルネットワーク

として、全てのリンク数に等しいノードを有する入力層と一つの出力層とを備えたニューラルネットワークを利用する。なお、ニューラルネットにおいては、教師信号の最大値を1として、各教師信号を規格化して用いる。

【0056】そして、ニューラルネットワークは、入力データによる出力を教師信号と比較して、変数を補正することにより、ニューラルネットワークの学習を行う(図3のS5)。この学習の結果、ネットワークモデルに対応するニューラルネットが得られる。そして、この学習の結果は、入力データの各成分が出力の及ぼす影響の大きさ、つまり、各リンクと往復時間との相関関係についての情報を保持している。したがって、この学習の結果得られたニューラルネットワークは、ネットワークモデルに対応している。

【0057】次に、学習の結果を用いて、パケット交換ネットワーク網の任意の経路のトラフィックを推定する(図3のS6)。そのために、ここでは、テストベクトル作成部115において、テストベクトルを作成する。このテストベクトルは、単位ベクトルである。そして、テストベクトルは、全てのリンクの数に等しい次元のベクトルであって、任意の経路上のリンクに対応する成分の値を当該リンクの通過回数を最大通過回数で割った値とし、他のリンクに対応する成分の値をゼロとしたベクトルである。

【0058】そして、このテストベクトルを学習済みのニューラルネットワークに入力する。そして、ニューラルネットワークの出力として、テストベクトルで指定された任意の経路をパケット信号が通過するのに要すると推定される所用時間に相当する予想通信時間が求まる。なお、この予想通信時間としては、推定所用時間そのものを出力しても良いし、また、推定所用時間を容易に求めることができるデータ、例えば、推定所用時間の整数倍の値を出力しても良い。

【0059】上述した実施の形態においては、この発明を特定の条件で構成した例について説明したが、この発明は、種々の変更を行うことができる。例えば、上述の実施の形態では、知識処理として、ニューラルネットワークを利用した例について説明したが、この発明では、

知識処理はこれに限定されるものではない。知識処理として、例えば、遺伝的アルゴリズムを用いても良い。

【0060】

【発明の効果】以上、詳細に説明した様に、この発明によれば、固定観測点において、往復経路および往復時間のデータセットを収集する。そして、このデータセットに基づいて、知識処理による学習を行う。そして、この知識処理による学習の結果、個々のリンクのトラフィックと、ネットワーク全体のトラフィックとの相関関係についての情報を得る。さらに、知識処理の結果を用いて任意の経路のトラフィックを推定する。その結果、トラフィックのシミュレーションとしてのネットワークモデルを作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この実施の形態を説明するためのインターネットの模式図である。

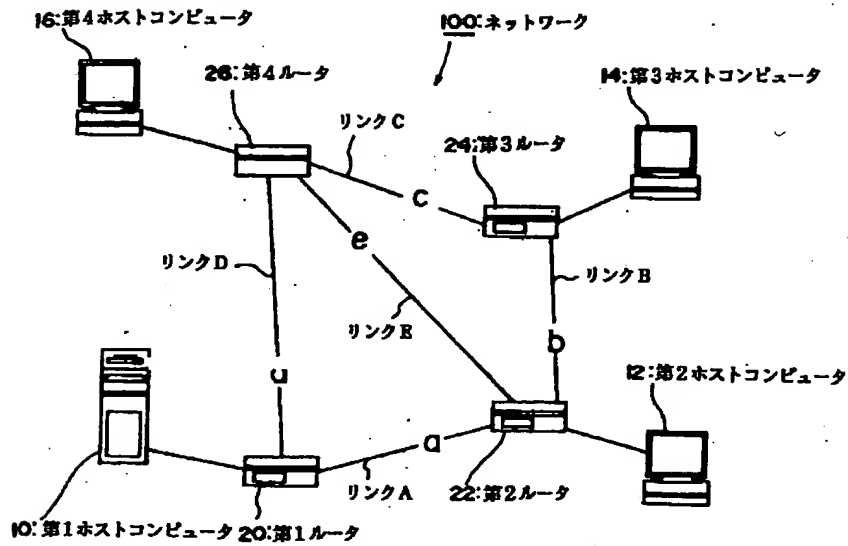
【図2】この実施の形態のネットワークモデル作成装置を説明するためのブロック図である。

【図3】この実施の形態におけるネットワークモデル作成方法を説明するためのフローチャートである。

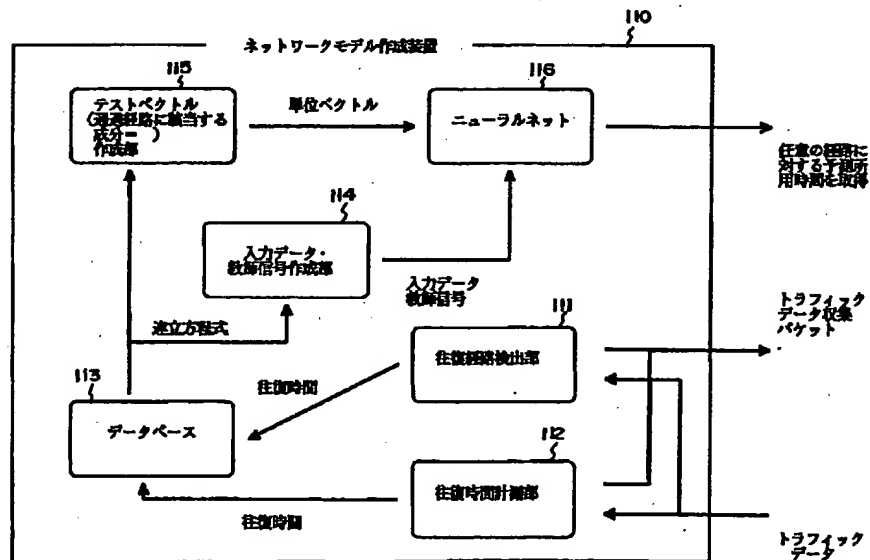
【符号の説明】

- 10 第1ホストコンピュータ(第1ホスト)
- 12 第2ホストコンピュータ(第2ホスト)
- 14 第3ホストコンピュータ(第3ホスト)
- 16 第4ホストコンピュータ(第4ホスト)
- 20 第1ルータ
- 22 第2ルータ
- 24 第3ルータ
- 26 第4ルータ
- 100 ネットワーク
- 110 ネットワークモデル作成装置
- 111 往復経路検出部
- 112 往復時間計測部
- 113 データベース
- 114 入力データ・教師信号作成部
- 115 テストベクトル作成部
- 116 ニューラルネット

【図1】



【図2】



【図3】

